



OPTICAL WAVEGUIDE SWITCH

Patent Number: JP63256928
Publication date: 1988-10-24
Inventor(s): OUCHIDA SHIGERU
Applicant(s): RICOH CO LTD
Requested Patent: JP63256928
Application Number: JP19870091428 19870414
Priority Number(s):
IPC Classification: G02F1/31; G02B6/12
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To control mode light other than low-order mode light by providing heaters which are formed between an input waveguide and respective output waveguides over a gap part and powered on selectively.

CONSTITUTION: The input waveguide 11 and plural output waveguides 12 and 13 formed of materials which have refractive index temperature dependency optically are provided and gap parts 14 and 15 are formed at respective branch parts between the input waveguide 11 and output waveguides 12 and 13. Then the heaters 17 and 18 are provided which are formed between the input waveguide 11 and output waveguides 12 and 13 over the gaps 14 and 15 and powered on selectively. Consequently, large refractive index variation is obtained and even mode light other than low-order mode light can be controlled.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-256928

⑤ Int. Cl.⁴G 02 F 1/31
G 02 B 6/12

識別記号

庁内整理番号

A-7348-2H
J-8507-2H

⑬ 公開 昭和63年(1988)10月24日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 光導波路スイッチ

⑮ 特 願 昭62-91428

⑯ 出 願 昭62(1987)4月14日

⑰ 発 明 者 大 内 田 茂 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内
⑱ 出 願 人 株 式 会 社 リ コ ー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
⑲ 代 理 人 弁 理 士 柏 木 明

明 細 書

1. 発明の名称 光導波路スイッチ

2. 特許請求の範囲

光学的に屈折率温度依存性を持つ材料により形成した入力導波路と複数の出力導波路とを設け、前記入力導波路と出力導波路との間の各々の分岐部に隙間を形成し、前記入力導波路と各々の出力導波路との間に対し前記隙間部分に渡って形成されて選択的に加熱されるヒータを設けたことを特徴とする光導波路スイッチ。

3. 発明の詳細な説明

技術分野

本発明は、光通信、光コンピュータ等の分野で用いられる光導波路スイッチに関する。

従来技術

従来、この種の光導波路スイッチとしては、第

3図ないし第4図に示すような構造ないしは原理による分岐スイッチがある。これは、例えばオーム社発行の「光集積回路」(西原浩等 共著)の第311頁において示されている。即ち、入力導波路1と出力導波路2、3とを分岐角 θ を持たせてY字状に形成してなるY分岐導波路4を導波してきた入射光Piを、入・出力導波路間の分岐点より入力にて、導波路1、2及び1、3上にかかるように両側に設けた電極5、6に印加する印加電圧Voによる電気光学効果によつて導波光の界分布を変化させて、出力導波路2又は3の何れから射出光PA又はPBを射出させるかの光路切換えを行なうというものである。ここに、分岐点における導波路4の断面構造を第4図(a)に示す。導波路4は例えばTi拡散層として形成され、電極5、6はSiO₂等のパツファ層7を介して設けられる。又、入力導波路1の幅をWとしたとき、分岐点では幅2Wとされ、電極5、6間の隙間は

gとされている。

そして、このような分岐点における屈折率分布、即ち導波光に対する実効屈折率分布 $N(y)$ を第4図(b)に示す。 n_s は導波路4を形成した基板の屈折率であり、導波路4の基準屈折率は N である。まず、印加電圧 $V_o = 0$ の場合には、導波光に対する実効屈折率分布 $N(y)$ は第4図(b)中に破線で示すように導波路4の分岐点全幅に渡り一様である。しかるに、印加電圧 $V_o > 0$ なる電圧を電極5に印加すると、導波光に対する実効屈折率分布 $N(y)$ は第4図(b)中に実線で示すように導波路1の分岐点の幅方向にステップ状なる非対称な屈折率分布となる。これにより、 $(W - g/2)$ なる幅を持つ高屈折率領域、即ち電極4側下部領域が新たに導波路化し、この部分に導波光が閉じ込められる。よつて、入力導波路1から導波した光は出力導波路2から射出される。そして、印加電圧 V_o の極性を逆(負)にすれば、出力導波路

3側から射出される状態に切換えられる。

このように、分岐スイッチでは、分岐点手前で導波光を高屈折率側に引き寄せ、これに接続する出力導波路2又は3から光パワー P_A 又は P_B を取出すものである。

しかし、この方式による場合、電気光学効果により屈折率に分布を持たせるために高電圧を必要とするものである。又、多モードの導波路では低次の横方向モードのみを制御できるだけであり、効率が悪いという欠点を有する。

目的

本発明は、このような点に鑑みなされたもので、高電圧を必要とすることがなく、かつ、低次モード光以外のモード光も制御可能であり、多モード用デバイス化が容易で、小型・高信頼性の光導波路スイッチを得ることを目的とする。

構成

本発明は、上記目的を達成するため、光学的に

- 3 -

屈折率温度依存性を持つ材料により形成した入力導波路と複数の出力導波路とを設け、前記入力導波路と出力導波路との間の各々の分岐部に隙間を形成し、前記入力導波路と各々の出力導波路との間に対し前記隙間部分に渡つて形成されて選択的に加熱されるヒータを設けることにより、熱光学効果を利用して屈折率を変化させるため、大きな屈折率変化を持たせることができ、かつ、低次モード光以外のモード光であつても制御できるようにしたことを特徴とするものである。

以下、本発明の一実施例を第1図及び第2図に基づいて説明する。まず、基板10上には入力導波路11と出力導波路12、13とが平面的に見てY分岐導波路形状で形成されている。これらの導波路11、12、13は何れも光学的に屈折率温度依存性を有する材料により形成されたもので、何れも幅 W にて形成されている。より具体的には、屈折率の温度係数 $\partial n / \partial T > 0$ なる材料、例え

- 5 -

- 4 -

ば $LiNO_3$ 、ソーダガラス、PLZT等が用いられて形成されている。

しかして、本実施例ではこれらの入力導波路11と出力導波路12、13とは第3図のようには直結されておらず、各々の分岐部間を切断することにより、所定幅の隙間14、15が形成されている。そして、前記入力導波路11上には中心線上に位置させて幅 $W/3$ 程度のヒータ16が分岐部付近まで形成されている。更に、このヒータ16に対し連続的ではあるが、切断されて独立して全体的にY字状となるように分岐させたヒータ17、18が設けられている。ここに、ヒータ17は前記入力導波路11側から出力導波路12側に渡つて形成したものであり、前記隙間14上を通るものである。又、ヒータ18も同様であり、前記入力導波路11側から他方の出力導波路13側に渡つて形成したものであり、前記隙間15上を通る状態で形成されている。なお、これらのヒ-

- 6 -

タ16, 17, 18の下層には何れもパツファ層19が介在されている。

そして、前記ヒータ16, 17, 18は何れも電源電圧 V_0 が選択的に印加されて選択的に発熱するものである。

このような構成において、例えばヒータ16, 17に電圧 V_0 を印加して発熱させ、ヒータ18には通電せず発熱しない状態の場合を考える。この場合、入力導波路11中を伝搬してきた光は、その上に形成したヒータ16による加熱で正の温度係数の屈折率温度依存性を持つ入力導波路11は熱光学効果により、ヒータ16対応部分の屈折率が大きくなるので、このヒータ16対応部分に閉じ込められた状態で分岐部付近まで伝搬する。

そして、このヒータ16の端部付近まで至ると、今度はヒータ17対応の出力導波路12側に導かれ、出力導波路13側には導かれられない状態となる。即ち、ヒータ17は通電により発熱しており、そ

- 7 -

11、出力導波路13では熱光学効果が作用せず、高屈折率化しない。かつ、入力導波路11と出力導波路13とは隙間15により切断された状態にある。つまり、入力導波路11と隙間15との間の屈折率差は極めて大きな状態となっており、入力導波路11側から出力導波路13側へ進行しようとする光があつても、第2図中に破線矢印で示すように隙間15中を直進せずに漏れてしまい、出力導波路13中には進行しない。

つまり、ヒータ16, 17への通電、ヒータ18の非通電により、入力導波路11から出力導波路12への伝搬路が選択される。逆に、ヒータ16, 18への通電、ヒータ17の非通電状態に切換えれば、入力導波路11から出力導波路13への伝搬路が選択される。又、双方の出力導波路12, 13から光を射出させたい場合には、ヒータ16, 17, 18の全てに通電すればよい。

このように、本実施例では熱光学効果により導

の下部の導波路11, 12のヒータ17対応部分(第2図中に破線アで示すような領域)に対して熱光学効果を作用させて、ヒータ17対応部分の屈折率を高い状態に可変させる。よつて、ヒータ16対応部分の分岐側端部まで伝搬した光を高屈折率化された出力導波路12側に進行させる。この際、入力導波路11と出力導波路12との間には隙間14が存在するが、この隙間14部分もヒータ17による熱光学効果によつて屈折率が高くなっているので、隙間14部分で漏れることなく出力導波路12側に直進進行する。

一方、この際、ヒータ18にも通電されていれば、入力導波路11中を伝搬した光は全て出力導波路12側へは進行せず、一部の光は出力導波路13側へも進行すると考えられる。しかるに、前述したように、このヒータ18には通電されておらず、このヒータ18は冷えた状態にある。よつて、このヒータ18に対応した部分の入力導波路

- 8 -

波路11~13の屈折率を可変させ、必要伝搬路を高屈折率化して伝搬すべき光を閉じ込めるようにしているので、第3図のような電気光学効果を利用するものより、大きな屈折率変化を持たせることができ、より確実かつ高効率にて光を制御することができる。これは、双方の出力導波路12, 13を選択する場合でも同様であり、従来のように無電圧状態とし導波路と基板との間の屈折率差のみで光を閉じ込め伝搬させる方式に比べ、より高い屈折率差にて光を閉じ込めて伝搬させることができるので、放射損失を低減させることができる。更には、これらの結果、低次モード光以外のモード光であつても、制御可能であり、多モードデバイス化を簡易な構造で達成し得ることとなる。この際、厳密なる精密さを必要としないので、コスト的にも安価なものとし得る。

なお、本実施例では、導波路11~13の屈折率の温度係数 $\partial n / \partial T$ が正なる材料のもので説

- 9 -

- 10 -

明したが、この温度係数 $\partial n / \partial T$ が負のものであつてもよい。負の温度係数を持つ材料としては、例えば TiO_2 、 $PbMnO_3$ 、フオトポリマなどがある。

効果

本発明は、上述したように光学的に屈折率温度依存性を持つ材料により形成した入力導波路と複数の出力導波路とを設けてそれらの間の分岐部に隙間を形成し、これらの隙間部分に渡つて各々の出力導波路に対して形成されて選択的に加熱されるヒータを設けたので、熱光学効果を利用して屈折率を大きく変化させて必要な導波路を形成することができ、電気光学効果を利用するようなものに比べて高効率、高信頼の下に光を制御することができ、かつ、低次モード光以外のモード光であつても制御でき、多モード光用デバイス化も簡易で高集積化した構成にて安価に達成することができるものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す概略平面図、第2図は分岐部付近の断面図、第3図は従来例を示す概略平面図、第4図は断面構造及び屈折率分布を示す説明図である。

11…入力導波路、12、13…出力導波路、
14、15…隙間、17、18…ヒータ

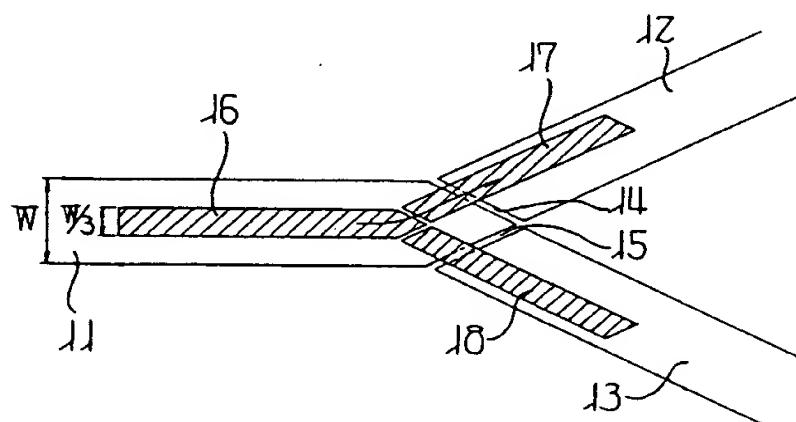
出願人 株式会社 リコ
代理人 柏 木



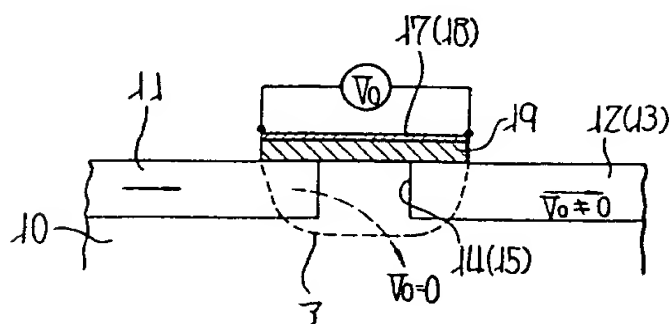
- 11 -

- 12 -

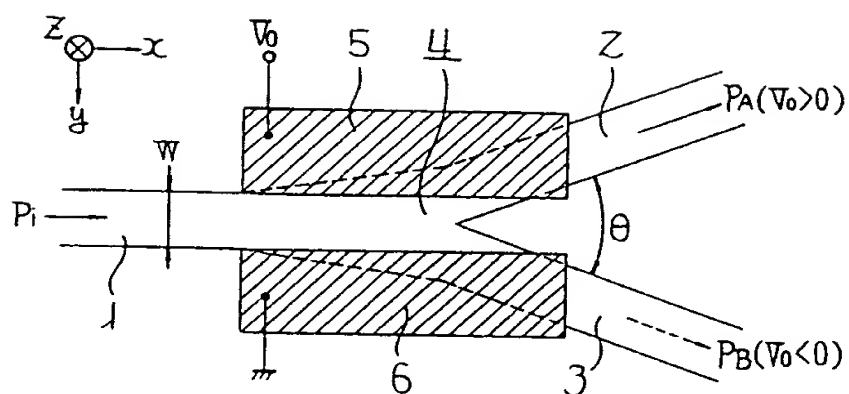
第1図



第2図



第3図



第4図

